落葉果樹芽體休眠與生產設計

倪正柱
國立中興大學園藝系

摘　　要

在台灣栽培落葉果樹與溫帶傳統的栽培方式有極大差異，冬季相對高溫對打破芽體休眠而言，是一種逆境，但是也提供了某些品系如橫山梨、巨峰葡萄產期調節的潛力。若再加上台灣多變化的地形，則作物的生理時鐘，將可利用「時空轉換」的方式，任由研究人員加以調整，如此將可使落葉果樹逃避逆境，提高品質，調節產期。品系、時間、空間、技術的慎密組合設計，是台灣落葉果樹研究與獨特生產模式的重要途徑。

關鍵字：休眠、逃避休眠、環境（生態）休眠

前　　言

作物栽培的範疇裡，園藝作物具有多樣性與高價格彈性係數，要在一定面積的土地上獲得最大利潤，就必須進行生產設計，使品質最好的產品在最需要的時間出現在市場上。在台灣多變的地形和氣候環境下，提供設計者一個「超大型人工氣象室」，使得控制植物生長與發育所需的時空彈性大大增加，實在是從事園藝研究工作者的創作天堂。

本文主要就落葉果樹的芽體休眠觀點來說明在這「超大型人工氣象室」的環境裡所進行的某些生產方式，包括發生的來源與未來可能發展的方向，期望能透過生產設計，開發出各種可行的生產模式，使具有原創性的生產設計能成爲園藝研究的重要部份。至少使原創性設計能和解釋性或治療性研究同樣地被重視。

一.生產設計與打破芽體休眠

落葉果樹主要分佈在南北緯30到50度的範圍。爲了要提早供應市場以獲得較高的價格，各類落葉果樹就得往溫暖的地方栽植。如果在較低緯度種植，則冬季常因低溫不足，使得芽體內的生長抑制物質如 Abscisic acid (ABA)活性無法消除，生長促進物質如 Cytokinin 及 Gibberellin 及類似物質之活性無法增加，因而萌芽不整齊且偏低[10,19]，產量與品質低落，樹勢提早老化與衰弱。因此下列數種策略常被應用。

(一).利用低緯度的高海拔地區

低緯度地區，其各季氣溫因海拔升高而降低，休眠芽可因而打破休眠，但是夏季高溫也同時降低，因此生育季節需較高溫的作物表現就不甚理想，如葡萄等。果樹的各品種間其低

溫需要量也不一致，因此理應先測定各品種之低溫需要量。如果根據引種地區判斷其低溫需量常會造成錯覺，根據 Westwood 的研究，我國東北原產的秋子梨（ *Purus ussuriensis* ）其低溫需求量就比巴梨及一般的日本梨來得低。筆者亦發現鴨梨在美國Oregon州及台灣的梨山栽培時有較少的低溫需求量[4] 。這些現象若從打破芽體休眠的最適溫度在2-7.2℃之間[18] 來解釋甚合邏輯，因高緯度的內陸其冬季低溫常在 0℃以下，能打破芽休眠的有效低溫只有在春秋兩季，溫度下降或回升的短暫時間內。

(二).逃避休眠的生產設計

到目前爲止，除獼猴桃外，大部份落葉果樹在夏天高溫時開始花芽分化 、發育，秋冬時養分蓄積，芽體逐漸由相對抑制，轉入眞休眠狀態。針對個別芽體而言，在進入眞休眠之前，若除去葉片或頂芽，外在因子若仍適合生長，則芽體即可再度萌芽、展葉、開花、結果

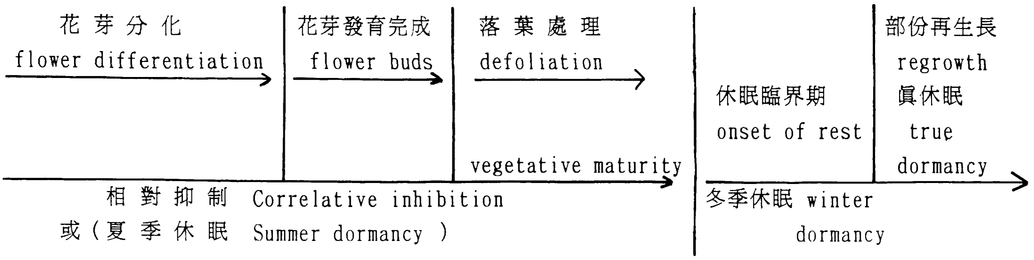


圖 1：梨在生育過程中進行產期調節之落葉處理適期.

Fig.1. Proper time of defoliation of pear during growth period for fruit bearing adjustment.

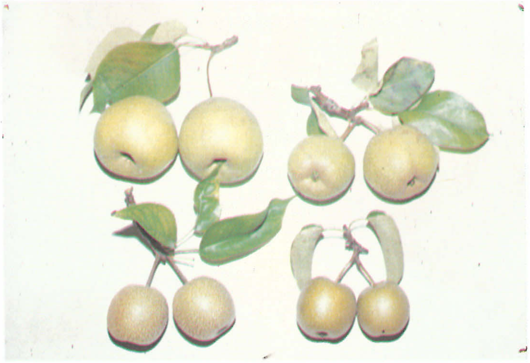
[3,1,9]（圖 1 ）。倒頭果（ off-season crops ）便因此產生。例如本省目前橫山梨、松茂、假法蘭西梨及葡萄等。如前所述要生產倒頭果，必須內外因子具備。在外在因子方面，亞熱帶地區的秋冬兩季雖然與果樹結實生理所具備的自然韻律，大異其趣，但是對於較少低溫需求的品係，果實仍可肥大。果實發育的模式，與正常結果（ Regular Crops ），勢必有顯著的不同，這方面很值得詳加研究。

在內在因子方面，必須考慮花芽分化與發育，以及進入休眠的時間。進行人工落葉或修剪應在花芽發育之後，進入休眠之前3）。這種生產方式，澳洲的Ewards稱爲逃避休眠（ Rest avoid ）[12] 。這種方式的商業化，有其限度。凡是低溫需求過高的品種不具實用性。原因是這些倒頭果生產似無法逃避生理時鐘的規範，導致果實大小及品質無商品價值。

在台灣現有的各品種梨的「倒頭」生產經驗，每一品種在人工落葉後重新萌發的葉片或果實，雖具相同的外在條件，其老化的速度與各品種的低溫需求量似有某種程度的正相關。換句話說，同一地點同一時間進行人工落葉的各個品種，在相同管理情況下，其果實成熟或葉片脫落的時間，會因低溫需求量之增加而提早（圖 2 a,b ）[6] 。某些品種則因果實提前成熟老化而不具經濟價值。但是從技術層面而言，這種生理現象，卻提供了「產期調節」

圖 2 ：(a)低海拔倒頭新世紀梨成熟期最早，但果實不大（翁慎微攝）

Fig. 2.(a)Off-season fruit of "Shinseiki" pear were harvest 2 months earlier than cultivars of lower chilling requirement (b) were.



(b)低海拔倒頭梨成熟採收次序爲假法蘭西梨（左上）松茂梨(右上）高牆（左下）橫山（右下）

(b)Off-season fruit of cultivars of lower chilling requirement were harvest after April.

(c)低海拔廿世紀及新世紀果實成熟期與砧木之關係。

(c)The effect of stocks on the maturation of "Nijuseiki" pear.

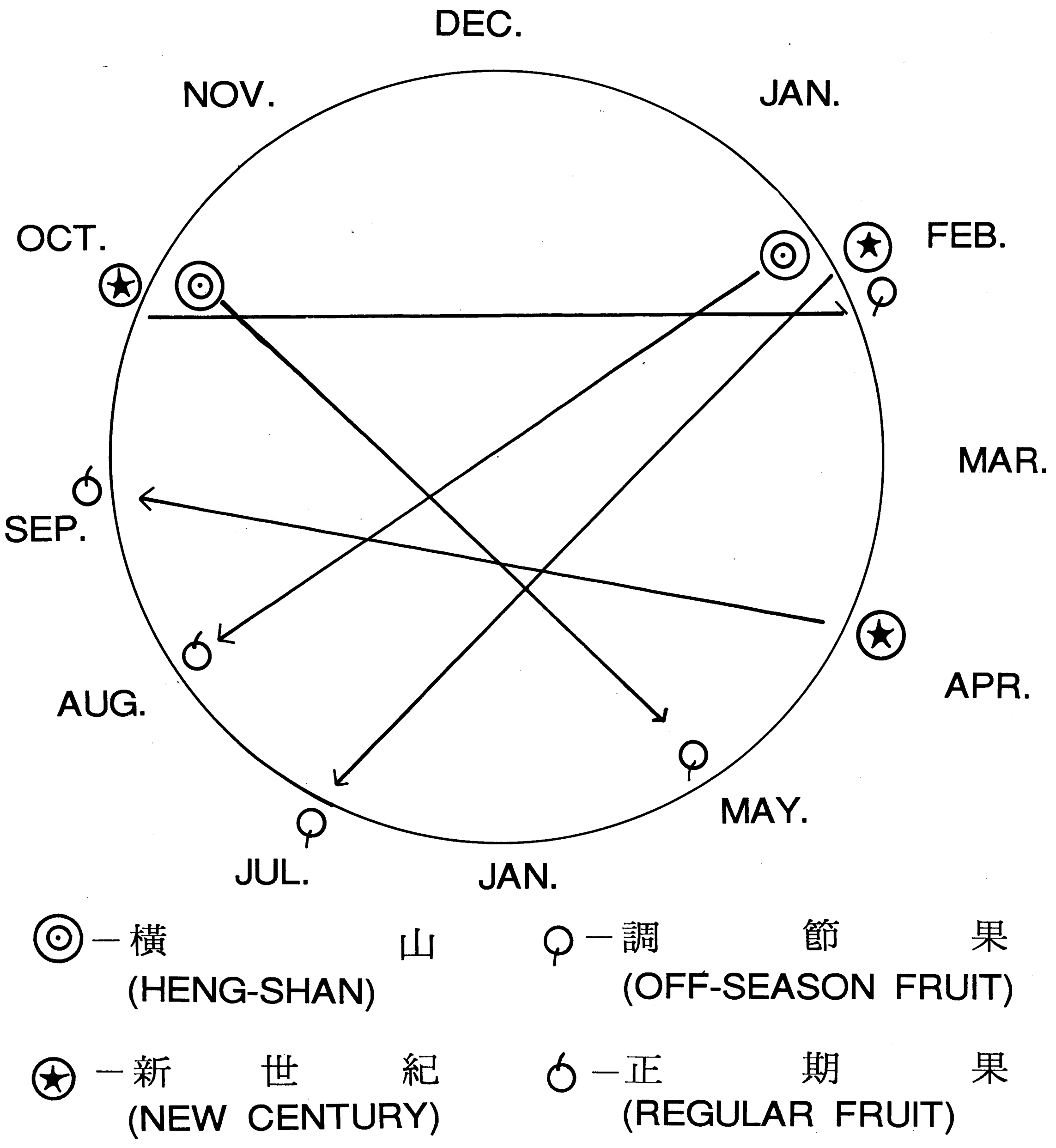


圖 3：品種（不同低溫需求量），地區（不同海拔高度）與生長控制（正期或非正期果）三要素的慎密組合設計，將可全年供應可採收的鮮梨。

Fig. 3. The combinations of cultivars (variable chilling requirement), site of orchard (variable altitude) and cropping system (regular and off-season fruit) may create opportunity to satisfy the demand of fresh pear market.

圖 4 ：A. *Pyrus communis* Var. comice處理 1 M氰胺後促進側芽萌發. B.對照.

Fig.4. A. The effect of cyanamid (1 M) on the bud sprouting of P. *communis* Var. Comice. B. Control.

圖 5 ：以 "Old Home × Farmingdale" 爲砧木的廿世紀梨經強剪休眠處理後矮化開花 (中二) 及對照 (左右) 生育情形.

Fig.5. The effect of dormant stress on the dwarfing and flower development of "Nijuseiki"on the rootstock of "Old Home × Farmingdale".

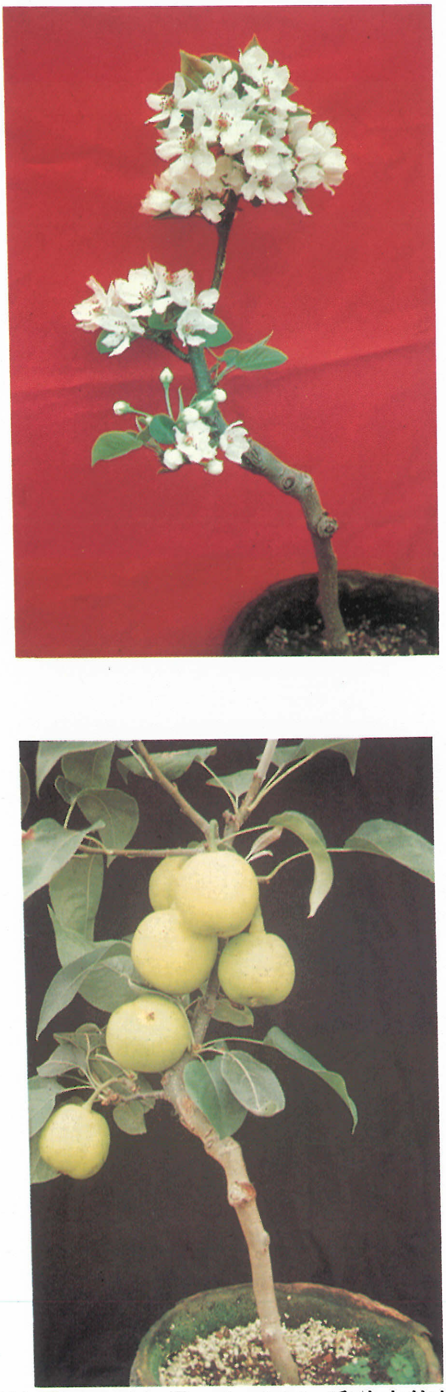


圖 6：以 "Old Home × Farmingdale" 爲砧木的廿世紀梨經强剪休眠處理後經開花(A)，自花授粉，著果，疏果後接近成熟的情形.(B)

Fig.6. The effect of dormant stress on the blooming (A) and fruit development (B) of "Nijuseiki" on the rootstock of :Old Home × Farmingdale".

的極佳方式。換言之，若以地區、時間、品種等三項因素組合，進行生產設計，在台灣幾乎可以全年有梨的鮮果採收，這是世界其他各地很難做到的事。（圖 2 a,b,c ）及圖 3 。

(三).花芽高接的生產設計

在克服低緯度地區栽培落葉果樹方面，雖然 Westwood [21] 曾提出利用少低溫需求量（ Low cilling requirement ）的砧木可以降低接穗品種的高低溫需求量（ High chilling requirement ）。但這點並不具實用性[17] 。倒是台中縣東勢區的張榕生等人[7,8] 發現以本省高海拔的新世紀梨果芽高接在低海拔橫山梨的徒長枝上，使本省梨栽培 進入了一個新的階段。這是一個配合本省環境的深具原創性的生產設計。在此生產體系下，開發出來的安全嫁接刀，大型套袋以及果實發育期間，明顯的碳水化物供需（ Source & Sink ）關係，提醒我們在園藝研究範疇裡，具原創性的生產設計有被疏忽的情況。除對農友表示敬佩之餘，實在值得我們深思。

(四).物理化學控制芽體休眠的生產設計

溫度對於芽體休眠居於關鍵性的地位。當高緯度地區研究如何加深芽體休眠以抵抗冬季絕對低溫及春季的晚霜爲害以免凍死，低緯度地區卻要研究如何降低各種落葉果樹的低溫需求量以免餓死。因此各種育種及生物、物理、化學方法都被應用，以解決困難[2] 。

在物理控制方面，直接或間接控制溫度變化，可以影響落葉果樹的休眠現象。依休眠生理，透過生產設計，以同樣的手段，可以巧妙地達到相反的目標。 Chesness[11] 利用噴霧降溫的方式來延遲桃子的生態休眠（ecodormancy）或靜止期（quiescence) 延遲開花，以避過晚霜。 Erez [13] 及 Nir [15] 卻利用噴霧降溫來打破內在休眠（endodormancy）或眞休眠(rest)以促進萌芽。筆者亦初步觀察，用黑網於冬季落葉後 對本省低海拔的獼猴桃遮蔭，可以促進花芽分化與發育，並提高萌芽率及產量。在溫度控制方面，以色列 Erez [13] ，直接以降溫方式，將盆栽桃送入冷藏庫，筆者則以盆栽桃李在高低海拔之間移動，理論上都可行，只是經濟上是否可行，則有待評估。

在化學藥劑方面，目前仍沒有一種生長調節劑可以完全取代低溫來打破休眠。就以本省目前使用較頻繁的2-氯乙醇和氰胺藥劑，仍然限於品種本身具較少低溫需求量或是芽體本身已接受相當程度的低溫，才有較佳效果[13] 。氰胺打破休眠過程中，過氧化氫分解酵素會下降。2-氯乙醇與乙醇類似，都會使過氧化氫分解酵素提高，且其打破芽體休眠的容許濃度範圍要比氰胺來得寬廣，對植物殺傷性也不若氰胺高。由於氰胺具有强力殺傷性，使用濃度，使用時期與當時的氣候都必須詳加考慮，否則處理後只得到殺草劑的效果而已[14]。基於此，我們無法同意 Nir [16] 對打破芽體藥劑具有使過氧化氫分解酵素活性降低的共同特性，這是我們在篩選打破休眠藥劑時值得注意的。

使用氰胺雖極具危險性[5] ，但是用來作化學修剪（Chemical prunning）卻可能 有開發的潛力。園藝作物栽培過程中，抑制頂端優勢，促進側枝萌發常是美化或增產的一種 手段。

由於氰胺對於不同成熟度的枝條部份，有不同程度的傷害，使得其傷害由基部向頂端 次第增加，因此可使休眠中的芽體在適當的濃度下，由基部向頂部次第萌發，終能使大部份 的側芽得以伸長，以調整樹形，甚而增加結果位置（圖 4 ）。

二．利用休眠生理控制生長發育與生產設計.

果樹的矮化密植促成栽培一直是近代果園管理研究的重要項目，目前除了蘋果利用矮性砧木獲得較佳成果，其他利用藥劑或修剪，仍有不少待改進的缺點，本研究利用休眠生理，試圖使梨極度矮化，希望能作爲果樹盆栽的一種手段。地點在美國俄勒岡州（ Oregon State ）進行，1984年元月份，剪取美國農部在 Corvallis 所保存的廿世紀梨爲接穗，嫁接在 H. J. Adams Nursery公司所提供的“ Old Home×Farmingdale”（*Pyrus communis*）砧木上。嫁接苗木以 1 ： 1 ： 1 （ v ／ v ／ v ）的壤土：砂：樹皮材料，植於四公升紙盆後，置於20% 遮蔭的蔭棚內，到1984年11月 1日，低溫來臨之前，搬取其中的24盆，留20公分剪除地上部後，移入溫室中，光期以燈照補足至16小時，日溫25℃，夜溫15℃。水與肥料依生長季節管理方式供給。其餘24盆仍留置室外接受自然低溫打破休眠。至翌年春季低溫期結束後，於1985年4月1日將溫室內的廿世紀梨移回蔭棚之下，在1985－1986年冬，處理與對照都同樣接受自然低溫以打破休眠。1986年春夏，植株高度及開花數加以統計後結果如圖 5 、 6 及 7 。

從圖 5 、 6 、 7 ，可以發現在進入休眠期前若加以強剪，促使再度生長，並不給予低溫處理，翌年枝條營養伸長幾乎停頓，碳水化合物顯著經蓄積後供花芽分化與發育，第三年開花與著果都極爲良好，這種方法不用矮性砧，亦不使用藥劑，可以作爲其他落葉果樹或觀賞植物矮化應用，對於土壤介質與果實貯藏生理病害相關研究，提供了實際可行的方法。但本試驗唯一缺點爲對照部份未經強剪，預測經強剪者，翌年仍會有強勢營養生長。

本試驗所得到的矮化效果，可解釋爲廿世紀梨盆栽在秋末經強剪後引發再生長，但是由於處於生長末期，植體內的生長賀爾蒙不利於大幅度伸長，進入冬天後，又缺乏低溫，致使體內生長賀爾蒙平衡在下一個生長週期，也不利於枝條伸長，而Oregon州的夏天超過30℃的高溫時間也不長，因此，植株始終無法伸長加高，這可能是利用植物體內生長賀爾蒙控制枝條伸長的一項技術。

	低　溫 chilled(control)	無 低 溫 unchilled
株　高 Height of plant (cm)	※ 138	34.6
開 花 數 No. of flowers/plant	※ 138	33.7

圖 7 ：廿世紀梨缺低溫處理，植株矮化開花增加情形.

Fig.7. The effect of dormant stress (without chilling) on the flower development of "Nijuseiki" pear.

結　論

以園藝學的觀點探討各種植物生理現象，除了解釋性與治療性研究外，一些具原創性的生產設計與處理方式恐怕是更高一層的追求目標，本文謹以落葉果樹芽體休眠的觀點提供作爲產業發展的參考。

參 考 文 獻

1. 林嘉興　林信山 1985. 葡萄產期調節。台中農業改良場特刊 1 號　P. 21-30 .
2. 徐信次 1984. 低海拔梨之育種。台中農業改良場特刊 1 號 P. 45-51 .
3. 倪正柱 1981. 橫山梨果芽休眠及產期調節關係之研究。興大園藝 6：50-60.
4. 倪正柱 1989. 台灣冬季低溫與日本梨生產。台灣地區農業氣象資源應用研討會專輯 267-275（主辦：交通部中央氣象局）
5. 倪正柱 1988. 氰胺在動植物體入內的代謝及傷害。台中區農業改良場特刊第 2 號
6. 翁慎微 倪正柱 羅時晟 1980. 低海拔地區新世紀梨之春果生產試驗。興大園藝 5: 32-37.
7. 張銀泉 1978. 於低海拔地區生產新世紀梨之研究。食品科學文摘 5(5)：48-51, 5(6)：53-56.
8. 張榕生 1979. 橫山梨寄接新世紀梨之初步觀察。科學農業 27 (1,2)：52-55.
9. 楊耀祥 林嘉興 廖萬正 1982. 氰胺基化鈣及Merit液肥對打破巨峰葡萄休眠之影響。興大園藝 7：21-29.
10. 鄭正勇 1976. 葡萄芽休眠的生理研究(一)內在離層酸和激勃素對於芽之休眠與再生長之誘發。中國園藝22 (1): 26-33.
11. Chesness J.，C. H. Hendershott，and G. A. Couvillon. 1977. Evaporative cooling of peach to delay bloom. Trans. Amer. Soc. Agr. Eng. 20：406-468.
12. Edwards, G. R. 1987. Temperature in relation to peach culture in the tropics. Acta Horticulturae 199, P. 61-62.

13. Erez. A and G. A. Couvillon. 1983. Evaporative cooling to improve rest breaking of nectarine buds by coun-teracting high daytime temperature. Hort Science 18 : 480-487.

14. Nee Cheng-Chu 1986. Overcoming bud dormancy with hydrogen cyanamide : Timing and mechanism. PH. D. thesis P.56 Oregon State University, Corvallis, OR.

15. Nir, G., I. Klein, and S. Lavee. 1988. Improving grapevine budbreak and yields by evaporative. Amer. Soc. Hci. 113(4) : 512-517.

16. Nir, Gil, Yair Shulman, Luba Fanberstein, and Shimon Lavee. 1986. Change in the activity of catalase in relation to the dormancy of grapevine (Vitis vinifera L.) buds. Plant physiol. 81, 1140.

17. Nee Cheng-Chu 1986. The effect of rootstock on the chilling requirement of "Nijuseiki" pear. Third iner-national workshop on temperate zone fruits in the tropics and subtropics. Chiang-Mai, Thailand.

18. Saure, M. C. 1985 Dormancy release in deciduous fruit trees. Hort. Reviews. Vol.7 P. 239-299.

19. Wareing, P.F. and P. F. Saunders 1971 Hormones and dormancy Annual Review of Plant Physiology 22 : 261-288.

20. Westwood, M. N. 1970. Rootstock-scion relationships in hardiness of deciduous fruit trees (a review). Hort-Science 5 : 418-421.

21. Westwood, M.. N. and H. O. Bjornstad. 1968. Chilling requirements of dormant seeds of forteen pear spe-cies as related to their climatic adaptation. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 92 : 141-149.

Bud Dormancy and Production Design of Deciduous Fruit Trees

Cheng-Chu Nee
Department of Horticulture
National Chung Hsing University

ABSTRACT

Taiwan, an subtropical island with high mountains, has variable geographic and climatic condition, thus offers a good enviroment to study the regulation of growth of deciduous fruits. Many special cropping systems had been developped by local growers in the past 30 years, including top-work of chilling-satisfied flower buds of Japanese pear on the virgrous shoots of lower chilling-required cultivars (Heng San etc) at the lower land, and the cultivation of off-season fruit of Heng San pear.

It is possible to harvest the fresh pear monthly by a serious production design. The combinations of cultivars (variable chilling requirement), site of orchard (variable altitude) and cropping system (regular and off-season), may create more opportunity to satisfy the demand of consumers on this island.

The dwarfing and forcing of flower bud development of " Nijuseki " pear on the regular root stock " Old Home × Farmingdale " had been induced by dormant stress (without chilling at first winter). The balance of plant hormones of scion rather than root stock may cause the dwarfing effect.

Key words : dormancy, rest avoid, ecodormancy, endodormancy